

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

 CLAIMS
 

---

[Claim(s)]

- [Claim 1] synchrotron orbital radiation from a layered product which carries out sequential reduction for every layer -- receiving light -- every wavelength -- a spectrum -- reinforcement -- measuring -- this radiation -- a spectrum -- a laminatings detection method characterized by detecting between layers of said layered product based on data on the strength.
- [Claim 2] synchrotron orbital radiation from a layered product which carries out sequential reduction for every layer -- receiving light -- every wavelength -- a spectrum -- a spectrum which measures reinforcement -- a means and this spectrum -- radiation measured by means -- a spectrum -- laminatings detection equipment characterized by providing a layer detection means to detect between layers of said layered product based on data on the strength.
- [Claim 3] said spectrum -- laminatings detection equipment according to claim 2 characterized by using a spectroscope, an infrared sensor, or a CCD camera for a means.
- [Claim 4] said layer detection means -- said radiation -- a spectrum -- laminatings detection equipment according to claim 2 characterized by having a function to detect an end point of thickness in said layered product which carries out sequential reduction for every layer based on data on the strength.
- [Claim 5] said layer detection means -- said radiation -- a spectrum -- laminatings detection equipment according to claim 2 characterized by having a function to detect a removal condition of a sediment in said layered product based on data on the strength.
- [Claim 6] a time of thickness of a film in which the laminating was carried out by said etching on said substrate decreasing in a semiconductor manufacture method of performing membrane formation, resist spreading, pattern exposure, etching, and resist spreading at least on a substrate, and manufacturing a semiconductor -- synchrotron orbital radiation from said film -- receiving light -- every wavelength -- a spectrum -- reinforcement -- measuring -- this radiation -- a spectrum -- the semiconductor manufacture method characterized by to detect the end point of said thickness based on data on the strength.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to the semiconductor manufacture method at the laminatings detection method applied for detecting the removal condition of the sediment when cleaning detection and the chamber of the thickness end point when etching the film by which the laminating was carried out on the substrate in the manufacturing process of a semiconductor, and its equipment list.

[0002]

[Description of the Prior Art] After a semiconductor production process inspects a production process and IC circuit on the completed substrate before it roughly divides it and it forms IC circuit on the substrate of a silicon wafer, it carves a substrate, carries only an excellent article chip for example, on a leadframe, carries out bonding of the electrodes on a chip and a leadframe, and after mold resin's enclosing and making it complete as a product, it consists of a production process. Among these, at the before production process, the repeat line forms IC structure of two or more layers for membrane formation, resist spreading, pattern exposure, etching, and resist spreading at least on a substrate.

[0003] In the process of etching in such a semiconductor manufacturing process, detection of the end point (a thickness end point is called hereafter) of the film removed by etching is performed. Since [ almost corresponding to / in thickness / \*\*\*\*\*/ time amount by etching ], time management is performing detection of this thickness end point.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the process in which thickness decreases by etching etc., it is not etched into homogeneity on the whole surface of a substrate, but dispersion within a field of thickness arises. For this reason, it is difficult to carry out time setting according to a thickness end point, and practically, rather than the time amount which actually reaches a thickness end point, it serves as the condition that time setting must be performed for a long time than the time setting which expected additional coverage, i.e., the time amount which actually reaches a thickness end point, and serves as hindrance of process time amount compaction.

[0005] Then, this invention aims at offering the laminatings detection method that a thickness end point is correctly detectable, and its equipment on real time.

[0006] Moreover, this invention aims at offering the semiconductor manufacture method which detects the thickness end point at the time of etching correctly on real time, and can shorten the process time amount of semiconductor manufacture.

[0007]

[Means for Solving the Problem] synchrotron orbital radiation from a layered product in which this invention by claim 1 publication carries out sequential reduction for every layer -- receiving light -- every wavelength -- a spectrum -- reinforcement -- measuring -- this radiation -- a spectrum -- it is the laminatings detection method of detecting between layers of a layered product based on data on the strength.

[0008] synchrotron orbital radiation from a layered product in which this invention by claim 2 publication carries out sequential reduction for every layer -- receiving light -- every wavelength -- a spectrum -- a spectrum which measures reinforcement -- a means and this spectrum -- radiation measured by means -- a spectrum -- it is laminatings detection equipment possessing a layer detection means to detect between layers of a layered product based on data on the strength.

[0009] this invention by claim 3 publication -- laminatings detection equipment according to claim 2 -- setting -- a spectrum -- a spectroscopy, an infrared sensor, or a CCD camera is used for a means.

[0010] this invention by claim 4 publication -- laminatings detection equipment according to claim 2 -- setting -- a layer detection means -- radiation -- a spectrum -- it has a function to detect an end point of thickness in a layered product which carries out sequential reduction for every layer based on data on the strength.

[0011] this invention by claim 5 publication -- laminatings detection equipment according to claim 2 -- setting -- a layer detection means -- radiation -- a spectrum -- it has a function to detect a removal condition of a sediment in a layered product based on data on the strength.

[0012] a time of thickness of a film in which the laminating was carried out by etching on a substrate decreasing in a semiconductor manufacture method of this invention by claim 6 publication performing membrane formation, resist spreading, pattern exposure, etching, and resist spreading at least on a substrate, and manufacturing a semiconductor -- synchrotron orbital radiation from a film -- receiving light -- every wavelength -- a spectrum -- reinforcement -- measuring -- this radiation -- a spectrum -- it is the

semiconductor manufacture method of detecting the end point of thickness based on data on the strength.

[0013]

[Embodiment of the Invention] (1) Explain the gestalt of operation of the 1st of this invention with reference to a drawing hereafter.

[0014] Drawing 1 is the block diagram of the laminating detection equipment applied for detecting the thickness end point in etching in a semiconductor manufacturing process. The heater 2 is formed in the chamber 1 for etching at the pars basilaris ossis occipitalis. In this chamber 1, the semiconductor substrate (a sample wafer is called hereafter) 3 is arranged, and membranous etching the laminating was carried out [ etching ] by impregnation of etching gas etc. on the sample wafer 3 is being performed.

[0015] A lens 4 is arranged above this chamber 1, and the optical fiber 5 is arranged in the condensing location of this lens 4. This optical fiber 5 leads the synchrotron orbital radiation from the sample wafer 3 condensed with the lens 4 to a spectroscope 6.

[0016] this spectroscope 6 -- that interior -- an array sensor -- having -- the synchrotron orbital radiation from the sample wafer 3 -- incidence -- carrying out -- every wavelength -- decomposing -- the spectrum for every wavelength of these -- it has the function which measures reinforcement. in addition, these lenses 4, an optical fiber 5, and a spectroscope 6 -- a spectrum -- the means is constituted.

[0017] The end point detecting element 8 is connected to the output terminal of a spectroscope 6 through the data taking-in circuit 7. among these, the data taking-in circuit 7 -- the output signal of a spectroscope 6 -- A/D conversion -- carrying out -- the radiation -- a spectrum -- it has the function which sends out data on the strength to the end point detecting element 8.

[0018] the end point detecting element 8 -- the radiation from the data taking-in circuit 7 -- a spectrum -- data on the strength -- reception and this radiation -- a spectrum -- it has the function to detect a thickness end point based on data on the strength.

[0019] namely, the radiation of the sample [ drawing 2 ] wafer 3 under etching -- a spectrum -- it is drawing showing strong aging. The laminating of two or more layers is carried out to the sample wafer 3. In order to give explanation intelligible, the 1st layer and the 2nd layer are shown. The 1st layer has the emissivity epsilon 1 of a proper, the 2nd layer has the emissivity epsilon 2 of a proper, and these emissivity epsilon1 and epsilon2 shows a value different, respectively.

[0020] the radiation for which these emissivity depends on epsilon1 and epsilon2 since each emissivity of these 1st layer and the 2nd layer changes to epsilon 2 from epsilon 1 when changing to the 2nd layer from the 1st layer during etching to the 1st layer to the 2nd layer in such a sample wafer 3 -- a spectrum -- reinforcement I changes to I2 from I1.

[0021] therefore, the radiation by which the end point detecting element 8 is incorporated by real time -- a spectrum -- data on the strength -- serially -- incorporating -- radiation -- a spectrum -- it has the function to detect a strong changing point, for example, to detect the thickness end point of the 1st layer.

[0022] Next, an operation of the constituted equipment is explained like the above.

[0023] After inspecting IC circuit on the sample wafer 3 which IC circuit was formed on the sample wafer 3 of a silicon wafer, and was completed at the after production process, the sample wafer 3 is carved, only an excellent article chip is carried for example, on a leadframe, bonding of the electrodes on a chip and a leadframe is carried out, mold resin encloses, and it is made to complete as a product at the production process before semiconductor manufacture.

[0024] At such a production process before semiconductor manufacture, as for a repeat line, IC structure of two or more layers is formed in membrane formation, resist spreading, pattern exposure, etching, and resist spreading at least on the sample wafer 3. And in the process of etching, detection of the thickness end point of the film removed by etching is performed among these.

[0025] In the chamber 1 for etching, while the sample wafer 3 is arranged and being heated at a heater 2, membranous etching the laminating was carried out [ etching ] by impregnation of etching gas etc. on the sample wafer 3 is performed.

[0026] It is condensed with a lens 4, and incidence of the synchrotron orbital radiation from the heated sample wafer 3 is carried out to an optical fiber 5, and it is led to a spectroscope 6 with this optical fiber 5.

[0027] this spectroscope 6 -- the synchrotron orbital radiation from the sample wafer 3 -- incidence -- carrying out -- every wavelength -- decomposing -- an array sensor -- the spectrum for every wavelength -- reinforcement is measured and that measurement signal is outputted.

[0028] the data taking-in circuit 7 -- the output signal of a spectroscope 6 -- A/D conversion -- carrying out -- the radiation -- a spectrum -- data on the strength is sent out to the end point detecting element 8.

[0029] this end point detecting element 8 -- the radiation from the data taking-in circuit 7 -- a spectrum -- data on the strength -- serially -- receiving -- radiation -- a spectrum -- a strong changing point -- Namely, as shown in drawing 2 , when changing to the 2nd layer from the 1st layer during etching to the 2nd layer from the 1st layer in the sample wafer 3, the radiation for which each emissivity of these 1st layer and the 2nd layer depends on epsilon1 and epsilon2 -- a spectrum -- it detects that reinforcement I changes to I2 from I1, for example, the thickness end point of the 1st layer is detected.

[0030] by the way, radiation of the sample wafer 3 shown in drawing 2 -- a spectrum -- radiation in case [ ideal ] strong aging does not have dispersion within a field of etching in the sample wafer 3 -- a spectrum -- it is strong aging.

[0031] The place to which etching goes early in fact since there is dispersion within a field of etching in the sample wafer 3, and the place to which it does not go occur. for example, detector as shown in drawing 3 the inside of the field where this measuring-plane product S1 was limited when the measuring-plane product S1 of the synchrotron orbital radiation condensed through an optical fiber 5 from the lens 4 shown in 9, i.e., drawing 1 , was small -- dispersion within a field -- almost -- there is nothing -- radiation -- a spectrum -- a strong change becomes steep as shown in drawing 4 . therefore -- case the measuring-plane product S1 of synchrotron orbital radiation is small -- a thickness end point -- precision -- it is highly detectable.

[0032] When the measuring-plane product S2 of the synchrotron orbital radiation condensed through an optical fiber 5 on the other hand from the detector 10 4, i.e., the lens shown in drawing 1 , as shown in drawing 5 is large, usually in the field of this measuring-plane product S2, dispersion within a field occurs. the radiation at this time -- a spectrum -- an inclination becomes loose as a strong

change is shown in drawing 6.

[0033] Thus, by measurement of the thickness end point in the measuring-plane product S2 of big synchrotron orbital radiation, it is decided by how much the desquamative state to is permitted in a process at which time it will detect as a thickness end point. for example, in desiring the condition of having exfoliated completely, it shows in drawing 6 -- as -- a thickness end point -- radiation -- a spectrum -- when reinforcement I changes to I2 completely from I1, it sets. As compared with the case where over etching also of the measurement of such a thickness end point is carried out by time management like before, a thickness end point can be detected in a short time, and process time amount can be shortened.

[0034] Moreover, immediately after etching initiation, as shown in drawing 4 and drawing 6, emissivity may change a little for the surface dry area by etching. in such a case, the radiation at the time of starting etching and short predetermined time amount passing -- a spectrum -- reinforcement is detected as I1. this radiation -- a spectrum -- if it is detection of reinforcement I1, even if emissivity changes a little for the surface dry area by etching, detection precision of a thickness end point will be made highly.

[0035] furthermore, it is shown in drawing 7 -- as -- the effect of thin film interference with measurement wavelength -- winning popularity -- radiation -- a spectrum -- reinforcement may be accompanied by sine wave-like change in such a case -- for example, the thing for which the central point of sine wave-like change is pursued as shown in drawing 7 (dashed line in drawing 7) -- a thickness end point -- precision -- it is highly detectable.

[0036] thus, the gestalt of implementation of the above 1st -- setting -- the synchrotron orbital radiation from the sample wafer 3 under etching in a chamber 1 -- a spectroscopy 6 -- receiving light -- every wavelength -- a spectrum -- reinforcement -- measuring -- this measured radiation -- a spectrum -- since the end point detecting element 8 detects a thickness end point based on data on the strength, the thickness end point of the sample wafer 3 under etching can be correctly detected on real time, and process time amount of semiconductor manufacture can be shortened (optimization). Moreover, a thickness end point can be detected easily, without being dependent on the membrane structure (the number of films, a membrane type, film attachment sequence) of the substrate film of the sample wafer 3.

[0037] furthermore -- case the measuring-plane product S1 of synchrotron orbital radiation is small -- a thickness end point -- precision -- high -- detectable -- measurement of the thickness end point in the measuring-plane product S2 of big synchrotron orbital radiation on the contrary -- a thickness end point -- radiation -- a spectrum -- by setting, when reinforcement I changes to I2 completely from I1, as compared with the case where over etching is carried out by the conventional time management, a thickness end point can be detected in a short time, and process time amount can be shortened.

[0038] moreover, the radiation at the time of starting etching and short predetermined time amount passing, even if it was the case where emissivity changed a little in immediately after etching initiation for the surface dry area by etching -- a spectrum -- detecting reinforcement as I1 -- a thickness end point -- precision -- it is highly detectable.

[0039] furthermore, the effect of thin film interference with measurement wavelength -- winning popularity -- radiation -- a spectrum -- pursuing the central point of sine wave-like change, even when reinforcement is accompanied by sine wave-like change -- a thickness end point -- precision -- it is highly detectable.

[0040] moreover, since the sample wafer 3 is heated at the heater 2, synchrotron orbital radiation emits it -- having -- easy -- radiation -- a spectrum -- strong measurement is easy.

[0041] (2) Next, explain the gestalt of operation of the 2nd of this invention with reference to a drawing. In addition, the same sign is given to the same portion as drawing 1, and the detailed explanation is omitted.

[0042] Drawing 8 is the block diagram of the laminatings detection equipment applied to cleaning of a chamber. A lens 4 is arranged above the reactor inside used as the electrode holder of the sample wafer 3 in a chamber 1, and the optical fiber 5 is arranged in the condensing location of this lens 4. This optical fiber 5 leads the synchrotron orbital radiation from the reactor inside condensed with the lens 4 to a spectroscopy 6.

[0043] this spectroscopy 6 -- that interior -- an array sensor -- having -- the synchrotron orbital radiation from the reactor inside of a chamber 1 -- incidence -- carrying out -- every wavelength -- decomposing -- the spectrum for every wavelength of these -- it has the function which measures reinforcement.

[0044] the end point detecting element 8 -- the radiation from the data taking-in circuit 7 -- a spectrum -- data on the strength -- reception and this radiation -- a spectrum -- it has the function to detect the termination time of cleaning of the reactor inside of a chamber 1 based on data on the strength.

[0045] That is, the sediment has adhered to the reactor inside of a chamber 1. This sediment is removed by cleaning. the radiation for which it depends on these emissivity since each emissivity of a sediment and a reactor inside will change, if a sediment is removed at this time and the reactor inside of a chamber 1 appears -- a spectrum -- reinforcement I changes.

[0046] therefore, the radiation by which the end point detecting element 8 is incorporated by real time -- a spectrum -- data on the strength -- serially -- incorporating -- radiation -- a spectrum -- it has the function to detect the time of detecting a strong changing point and a reactor inside appearing.

[0047] Next, an operation of the constituted equipment is explained like the above.

[0048] During cleaning of a chamber 1, it is condensed with a lens 4, and incidence of the synchrotron orbital radiation from the reactor inside of this chamber 1 is carried out to an optical fiber 5, and it is led to a spectroscopy 6 with this optical fiber 5.

[0049] this spectroscopy 6 -- the synchrotron orbital radiation from the reactor inside of a chamber 1 -- incidence -- carrying out -- every wavelength -- decomposing -- an array sensor -- the spectrum for every wavelength -- reinforcement is measured and that measurement signal is outputted.

[0050] the data taking-in circuit 7 -- the output signal of a spectroscopy 6 -- A/D conversion -- carrying out -- the radiation -- a spectrum -- data on the strength is sent out to the end point detecting element 8.





(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-257194

(P2001-257194A)

(43) 公開日 平成13年9月21日 (2001.9.21)

(51) Int.Cl.

識別記号

F I

テーマコード (参考)

H 0 1 L 21/3065

H 0 1 L 21/302

E 5 F 0 0 4

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-65133 (P2000-65133)

(22) 出願日 平成12年3月9日 (2000.3.9)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(72) 発明者 曾我 朗

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株式会社東芝生産技術センター内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

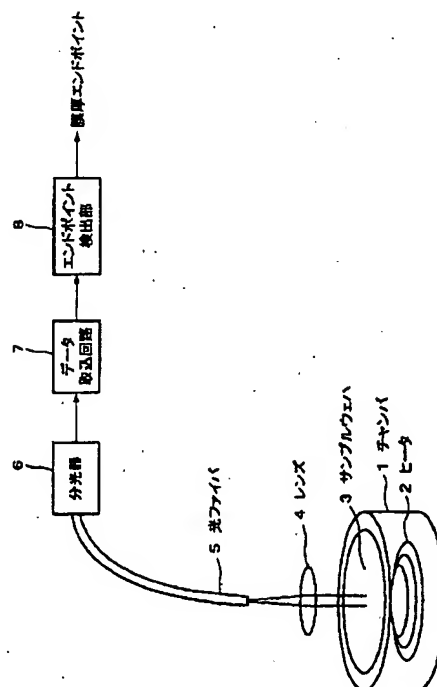
Fターム (参考) 5F004 AA15 CB09 CB15

(54) 【発明の名称】 積層間検出方法及びその装置並びに半導体製造方法

(57) 【要約】

【課題】リアルタイムに正確に膜厚エンドポイントを検出する。

【解決手段】チャンバ1内のエッチング中のサンプルウエハ3からの放射光を分光器6で受光して波長毎に分光強度を測定し、この測定された放射分光強度データに基づいてエンドポイント検出部8により膜厚エンドポイントを検出する。





## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 一層毎に順次減少する積層体からの放射光を受光して波長毎に分光強度を測定し、この放射分光強度データに基づいて前記積層体の層間を検出することを特徴とする積層間検出方法。

【請求項2】 一層毎に順次減少する積層体からの放射光を受光して波長毎に分光強度を測定する分光手段と、この分光手段により測定された放射分光強度データに基づいて前記積層体の層間を検出する層間検出手段と、を具備したことを特徴とする積層間検出装置。

【請求項3】 前記分光手段は、分光器、赤外センサ又はCCDカメラを用いることを特徴とする請求項2記載の積層間検出装置。

【請求項4】 前記層間検出手段は、前記放射分光強度データに基づいて一層毎に順次減少する前記積層体における膜厚のエンドポイントを検出する機能を有することを特徴とする請求項2記載の積層間検出装置。

【請求項5】 前記層間検出手段は、前記放射分光強度データに基づいて前記積層体における堆積物の除去状態を検出する機能を有することを特徴とする請求項2記載の積層間検出装置。

【請求項6】 基板上に少なくとも成膜、レジスト塗布、パターン露光、エッチング、レジスト塗布を行って半導体を製造する半導体製造方法において、前記エッチングにより前記基板上に積層された膜の膜厚が減少しているときに、前記膜からの放射光を受光して波長毎に分光強度を測定し、この放射分光強度データに基づいて前記膜厚のエンドポイントを検出することを特徴とする半導体製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば半導体の製造工程において基板上に積層された膜をエッチングしたときの膜厚エンドポイントの検出やチャンバをクリーニングしたときの堆積物の除去状態を検出するに適用される積層間検出方法及びその装置並びに半導体製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】半導体製造の工程は、大きく分けてシリコンウエハの基板上にIC回路を形成する前工程と、完成した基板のIC回路を検査した後に基板を切り分け、良品チップだけを例えばリードフレーム上に載せてチップ上とリードフレーム上の電極同士をボンディングし、モールド樹脂で封入して製品として完成させる後工程とからなる。このうち前工程では、基板上に少なくとも成膜、レジスト塗布、パターン露光、エッチング、レジスト塗布を繰り返し行って複数層のIC構造を形成している。

【0003】このような半導体製造工程におけるエッチングのプロセスでは、エッチングにより除去される膜の

エンドポイント（以下、膜厚エンドポイントと称する）の検出が行われている。この膜厚エンドポイントの検出は、エッチングにより減少する膜厚が時間にほぼ対応することから時間管理により行っている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、エッチングなどにより膜厚が減少するプロセスでは、基板の全面において均一にエッチングされず、膜厚の面内ばらつきが生じる。このため、膜厚エンドポイントに合わせて時間設定することは困難であり、実用上は、実際に膜厚エンドポイントに達する時間よりも余裕を見込んだ時間設定、すなわち実際に膜厚エンドポイントに達する時間よりも長めに時間設定を行わざるを得ない状況となっており、プロセス時間短縮の妨げとなっている。

【0005】そこで本発明は、リアルタイムに正確に膜厚エンドポイントを検出できる積層間検出方法及びその装置を提供することを目的とする。

【0006】又、本発明は、リアルタイムに正確にエッチング時の膜厚エンドポイントを検出して半導体製造のプロセス時間を短縮できる半導体製造方法を提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】請求項1記載による本発明は、一層毎に順次減少する積層体からの放射光を受光して波長毎に分光強度を測定し、この放射分光強度データに基づいて積層体の層間を検出する積層間検出方法である。

【0008】請求項2記載による本発明は、一層毎に順次減少する積層体からの放射光を受光して波長毎に分光強度を測定する分光手段と、この分光手段により測定された放射分光強度データに基づいて積層体の層間を検出する層間検出手段とを具備した積層間検出装置である。

【0009】請求項3記載による本発明は、請求項2記載の積層間検出装置において、分光手段は、分光器、赤外センサ又はCCDカメラを用いるものである。

【0010】請求項4記載による本発明は、請求項2記載の積層間検出装置において、層間検出手段は、放射分光強度データに基づいて一層毎に順次減少する積層体における膜厚のエンドポイントを検出する機能を有するものである。

【0011】請求項5記載による本発明は、請求項2記載の積層間検出装置において、層間検出手段は、放射分光強度データに基づいて積層体における堆積物の除去状態を検出する機能を有するものである。

【0012】請求項6記載による本発明は、基板上に少なくとも成膜、レジスト塗布、パターン露光、エッチング、レジスト塗布を行って半導体を製造する半導体製造方法において、エッチングにより基板上に積層された膜の膜厚が減少しているときに、膜からの放射光を受光して波長毎に分光強度を測定し、この放射分光強度データ



に基づいて膜厚のエンドポイントを検出する半導体製造方法である。

【0013】

【発明の実施の形態】(1)以下、本発明の第1の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0014】図1は半導体製造工程におけるエッチングでの膜厚エンドポイントを検出するに適用する積層間検出装置の構成図である。エッチング用のチャンバ1には、その底部にヒータ2が設けられている。このチャンバ1内には、半導体基板(以下、サンプルウエハと称する)3が配置され、エッチングガスの注入等によりサンプルウエハ3上に積層された膜のエッチングが行われるものとなっている。

【0015】このチャンバ1の上方には、レンズ4が配置され、このレンズ4の集光位置に光ファイバー5が配置されている。この光ファイバー5は、レンズ4によって集光されたサンプルウエハ3からの放射光を分光器6に導くものである。

【0016】この分光器6は、その内部にアレイセンサを備え、サンプルウエハ3からの放射光を入射して波長毎に分解し、これら波長毎の分光強度を測定する機能を有している。なお、これらレンズ4、光ファイバー5及び分光器6により分光手段が構成されている。

【0017】分光器6の出力端子には、データ取込回路7を介してエンドポイント検出部8が接続されている。このうちデータ取込回路7は、分光器6の出力信号をA/D変換し、その放射分光強度データをエンドポイント検出部8に送出する機能を有している。

【0018】エンドポイント検出部8は、データ取込回路7からの放射分光強度データを受け取り、この放射分光強度データに基づいて膜厚エンドポイントを検出する機能を有している。

【0019】すなわち、図2はエッチング中におけるサンプルウエハ3の放射分光強度の経時変化を示す図である。サンプルウエハ3には、複数の層が積層されている。説明を分かり易くするために例えば第1層と第2層とを示す。第1層は固有の放射率 $\epsilon_1$ を有し、第2層は固有の放射率 $\epsilon_2$ を有し、これら放射率 $\epsilon_1$ 、 $\epsilon_2$ はそれぞれ異なった値を示す。

【0020】このようなサンプルウエハ3において第1層から第2層へのエッチング中に、第1層から第2層に変わるとき、これら第1層と第2層との各放射率が $\epsilon_1$ から $\epsilon_2$ に変わるので、これら放射率が $\epsilon_1$ 、 $\epsilon_2$ に依存する放射分光強度Iが $I_1$ から $I_2$ に変化する。

【0021】従って、エンドポイント検出部8は、リアルタイムに取り込まれる放射分光強度データを逐次取り込み、放射分光強度の変化点を検出して例えば第1層の膜厚エンドポイントを検出する機能を有している。

【0022】次に、上記の如く構成された装置の作用について説明する。

【0023】半導体製造の前工程では、シリコンウエハのサンプルウエハ3上にIC回路を形成され、後工程では、完成したサンプルウエハ3上のIC回路を検査した後にはサンプルウエハ3を切り分け、良品チップだけを例えばリードフレーム上に載せてチップ上とリードフレーム上の電極同士をボンディングし、モールド樹脂で封入して製品として完成させる。

【0024】このような半導体製造の前工程では、サンプルウエハ3上に少なくとも成膜、レジスト塗布、パターン露光、エッチング、レジスト塗布を繰り返して複数層のIC構造が形成される。そして、このうちエッチングのプロセスでは、エッチングにより除去される膜の膜厚エンドポイントの検出が行われる。

【0025】エッチング用のチャンバ1内には、サンプルウエハ3が配置され、ヒータ2により加熱されるとともに、エッチングガスの注入等によりサンプルウエハ3上に積層された膜のエッチングが行われる。

【0026】加熱されたサンプルウエハ3からの放射光は、レンズ4により集光されて光ファイバー5に入射し、この光ファイバー5により分光器6に導かれる。

【0027】この分光器6は、サンプルウエハ3からの放射光を入射して波長毎に分解し、アレイセンサによって波長毎の分光強度を測定し、その測定信号を出力する。

【0028】データ取込回路7は、分光器6の出力信号をA/D変換し、その放射分光強度データをエンドポイント検出部8に送出する。

【0029】このエンドポイント検出部8は、データ取込回路7からの放射分光強度データを逐次受け取って放射分光強度の変化点、すなわち図2に示すようにサンプルウエハ3において第1層から第2層へのエッチング中に、第1層から第2層に変わるとき、これら第1層と第2層との各放射率が $\epsilon_1$ 、 $\epsilon_2$ に依存する放射分光強度Iが $I_1$ から $I_2$ に変化することを検出して例えば第1層の膜厚エンドポイントを検出する。

【0030】ところで、図2に示すサンプルウエハ3の放射分光強度の経時変化は、サンプルウエハ3におけるエッチングの面内ばらつきのない理想的な場合の放射分光強度の経時変化である。

【0031】実際には、サンプルウエハ3におけるエッチングの面内ばらつきがあるために早くエッチングが進むところと、進まないところが発生する。例えば、図3に示すような検出器9、すなわち図1に示すレンズ4から光ファイバー5を通して集光される放射光の測定面積 $S_1$ が小さい場合、この測定面積 $S_1$ の限定された領域内では、面内ばらつきが殆どなく、放射分光強度の変化は図4に示すように急峻となる。従って、放射光の測定面積 $S_1$ が小さい場合には、膜厚エンドポイントを精度高く検出できる。

【0032】一方、図5に示すような検出器10、すな

わち図1に示すレンズ4から光ファイバー5を通して集光される放射光の測定面積 $S_2$ が大きい場合、この測定面積 $S_2$ の領域内では、面内ばらつきが発生するのが普通である。このときの放射分光強度の変化は図6に示すように傾斜が緩くなる。

【0033】このように大きな放射光の測定面積 $S_2$ での膜厚エンドポイントの測定では、どの時点で膜厚エンドポイントとして検出するかは、プロセスにおいてどの程度までの剥離状態を許容するかで決まる。例えば、完全に剥離された状態を望む場合には、図6に示すように膜厚エンドポイントを放射分光強度 $I$ が $I_1$ から $I_2$ に完全に变化したときに定めるものとなる。このような膜厚エンドポイントの測定でも、従来のように時間管理でオーバーエッチングする場合と比較して、短時間で膜厚エンドポイントを検出でき、プロセス時間を短縮できる。

【0034】又、エッチング開始直後は、図4及び図6に示すようにエッチングによる表面荒れのために放射率が若干変化する場合がある。このような場合、エッチングを開始して所定の短い時間が経過した時点の放射分光強度を $I_1$ として検出する。この放射分光強度 $I_1$ の検出であれば、エッチングによる表面荒れのために放射率が若干変化しても膜厚エンドポイントの検出精度は高くできる。

【0035】さらに、図7に示すように測定波長によっては、薄膜干渉の影響を受けて放射分光強度が正弦波状の変化を伴う場合がある。このような場合には、例えば図7に示すように正弦波状の変化の中心点を追跡（図7中の破線）することにより膜厚エンドポイントを精度高く検出できる。

【0036】このように上記第1の実施の形態においては、チャンバ1内のエッチング中のサンプルウエハ3からの放射光を分光器6で受光して波長毎に分光強度を測定し、この測定された放射分光強度データに基づいてエンドポイント検出部8により膜厚エンドポイントを検出するので、リアルタイムに正確にエッチング中のサンプルウエハ3の膜厚エンドポイントを検出でき、半導体製造のプロセス時間を短縮（最適化）できる。又、サンプルウエハ3の下地膜の膜構造（膜数、膜種、膜付け順序）に依存することなく簡単に膜厚エンドポイントが検出できる。

【0037】さらに、放射光の測定面積 $S_1$ が小さい場合でも膜厚エンドポイントを精度高く検出でき、反対に大きな放射光の測定面積 $S_2$ での膜厚エンドポイントの測定でも、膜厚エンドポイントを放射分光強度 $I$ が $I_1$ から $I_2$ に完全に变化したときに定めることにより、従来の時間管理でオーバーエッチングする場合と比較して、短時間で膜厚エンドポイントを検出でき、プロセス時間を短縮できる。

【0038】又、エッチング開始直後においてエッチン

グによる表面荒れのために放射率が若干変化する場合であっても、エッチングを開始して所定の短い時間が経過した時点の放射分光強度を $I_1$ として検出することにより、膜厚エンドポイントを精度高く検出できる。

【0039】さらに、測定波長によって薄膜干渉の影響を受けて放射分光強度が正弦波状の変化を伴う場合でも、正弦波状の変化の中心点を追跡することにより膜厚エンドポイントを精度高く検出できる。

【0040】又、サンプルウエハ3は、ヒータ2により加熱されているので、放射光が放射されやすく、放射分光強度の測定が容易である。

【0041】（2）次に、本発明の第2の実施の形態について図面を参照して説明する。なお、図1と同一部分には同一符号を付してその詳しい説明は省略する。

【0042】図8はチャンバ1のクリーニングに適用する積層間検出装置の構成図である。チャンバ1におけるサンプルウエハ3のホルダーとなるリアクター内面の上方には、レンズ4が配置され、このレンズ4の集光位置に光ファイバー5が配置されている。この光ファイバー5は、レンズ4によって集光されたリアクター内面からの放射光を分光器6に導くものである。

【0043】この分光器6は、その内部にアレイセンサを備え、チャンバ1のリアクター内面からの放射光を入射して波長毎に分解し、これら波長毎の分光強度を測定する機能を有している。

【0044】エンドポイント検出部8は、データ取込回路7からの放射分光強度データを受け取り、この放射分光強度データに基づいてチャンバ1のリアクター内面のクリーニングの終了時点を検出する機能を有している。

【0045】すなわち、チャンバ1のリアクター内面には、堆積物が付着している。クリーニングによりこの堆積物が除去される。このとき堆積物が除去されてチャンバ1のリアクター内面が現れると、堆積物とリアクター内面との各放射率が変わるので、これら放射率に依存する放射分光強度 $I$ が変化する。

【0046】従って、エンドポイント検出部8は、リアルタイムに取り込まれる放射分光強度データを逐次取り込み、放射分光強度の変化点を検出してリアクター内面が現れた時点を検出する機能を有している。

【0047】次に、上記の如く構成された装置の作用について説明する。

【0048】チャンバ1のクリーニング中に、このチャンバ1のリアクター内面からの放射光は、レンズ4により集光されて光ファイバー5に入射し、この光ファイバー5により分光器6に導かれる。

【0049】この分光器6は、チャンバ1のリアクター内面からの放射光を入射して波長毎に分解し、アレイセンサによって波長毎の分光強度を測定し、その測定信号を出力する。

【0050】データ取込回路7は、分光器6の出力信号

をA/D変換し、その放射分光強度データをエンドポイント検出部8に送出する。

【0051】このエンドポイント検出部8は、データ取込回路7からの放射分光強度データを逐次受け取って放射分光強度の変化点、すなわちチャンバ1のリアクター内面に付着している堆積物がクリーニングにより除去され、チャンバ1のリアクター内面が現れると、堆積物とリアクター内面との各放射率が変わることにより放射率に依存する放射分光強度Iが変化し、この時点をリアクター内面が現れた時点として検出する。

【0052】従って、このリアクター内面が現れた時点においてチャンバ1のクリーニングの終了とする。

【0053】このように上記第2の実施の形態においては、クリーニング中のチャンバ1のリアクター内面からの放射光を分光器6で受光して波長毎に分光強度を測定し、この測定された放射分光強度データに基づいてチャンバ1のクリーニングの終了時点を検出するので、チャンバ1のリアクター内面に付着している堆積物が完全に除去された時点を精度高く検出できる。

【0054】このようなクリーニングの終了時点の検出でも、上記第1の実施の形態と同様に、チャンバ1のリアクター内面の面積が小さい場合でもクリーニングの終了時点を精度高く検出でき、かつ反対にリアクター内面の面積が大きい場合でも放射分光強度Iが完全にリアクター内面の放射率に応じた放射分光強度に変化したときに定めることにより、短時間でクリーニングの終了時点を検出できる。

【0055】さらに、測定波長によって薄膜干渉の影響を受けて放射分光強度が正弦波状の変化を伴う場合でも、正弦波状の変化の中心点を追跡することにより膜厚エンドポイントを精度高く検出できる。

【0056】なお、本発明は、上記第1及び第2の実施の形態に限定されるものでなく次の通りに変形してもよい。

【0057】例えば、図9に示すようにレンズ4、光ファイバー5及び分光器6に代わって赤外線センサ11を用いたものである。この赤外線センサ11は、サンプルウエハ3から放射される赤外線領域の光を測定し、その測定信号を出力する。エンドポイント検出部12は、データ取込回路7からの赤外線領域の光強度データを取り込み、この光強度データに基づいて膜厚エンドポイントを検出する。

【0058】又、図10に示すようにレンズ4、光ファイバー5及び分光器6に代わってCCDカメラ13を用いたものである。このCCDカメラ13は、サンプルウエハ3の像を撮像し、その画像信号を出力する。エンドポイント検出部14は、データ取込回路7からの画像データを取り込み、この画像データにおける濃淡強度に基づいて膜厚エンドポイントを検出する。

【0059】さらに、エッチング中の膜厚エンドポイント

の検出やクリーニングの終了時点の検出に限らず、例えばエッチング中の積層された各層間を検出するのにも適用できる。

【0060】

【発明の効果】以上詳記したように本発明によれば、リアルタイムに正確に膜厚エンドポイントを検出できる積層間検出方法及びその装置を提供できる。

【0061】又、本発明によれば、リアルタイムに正確にエッチング時の膜厚エンドポイントを検出して半導体製造のプロセス時間を短縮できる半導体製造方法を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係わる積層間検出装置を半導体製造工程におけるエッチングでの膜厚エンドポイントの検出に適用した第1の実施の形態を示す構成図。

【図2】本発明に係わる積層間検出装置の第1の実施の形態におけるエッチング中の放射分光強度の経時変化を示す図。

【図3】本発明に係わる積層間検出装置の第1の実施の形態における放射光の測定面積が小さい検出器を示す図。

【図4】本発明に係わる積層間検出装置の第1の実施の形態における放射光の測定面積が小さい場合の放射分光強度変化を示す図。

【図5】本発明に係わる積層間検出装置の第1の実施の形態における放射光の測定面積が大きい検出器を示す図。

【図6】本発明に係わる積層間検出装置の第1の実施の形態における放射光の測定面積が大きい場合の放射分光強度変化を示す図。

【図7】本発明に係わる積層間検出装置の第1の実施の形態における薄膜干渉の影響を受けて放射分光強度が正弦波状の変化を伴う場合の膜厚エンドポイントの検出を示す図。

【図8】本発明に係わる積層間検出装置をチャンバのクリーニングに適用した第2の実施の形態を示す構成図。

【図9】本発明に係わる積層間検出装置において赤外線センサを用いた変形例を示す構成図。

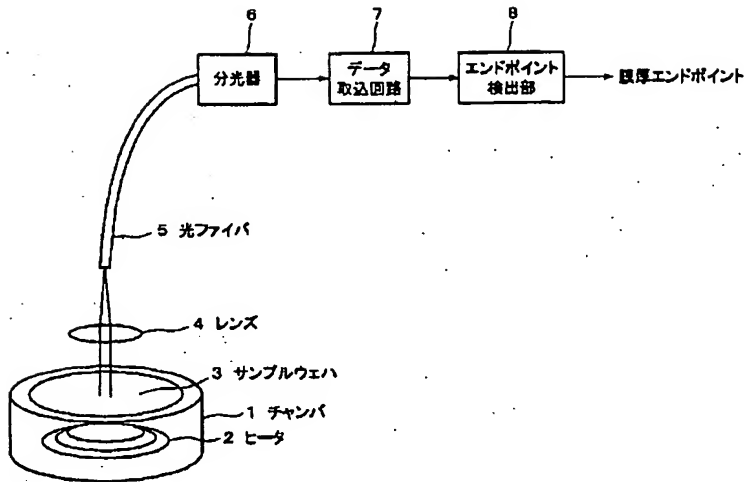
【図10】本発明に係わる積層間検出装置においてCCDカメラを用いた変形例を示す構成図。

【符号の説明】

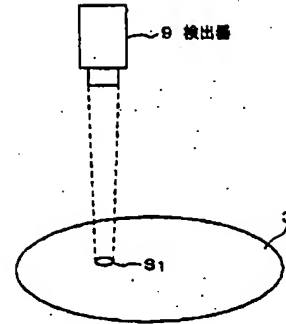
- 1：チャンバ
- 2：ヒータ
- 3：半導体基板（サンプルウエハ）
- 4：レンズ
- 5：光ファイバー
- 6：分光器
- 7：データ取込回路
- 8，12，14：エンドポイント検出部
- 11：赤外線センサ

13: CCDカメラ

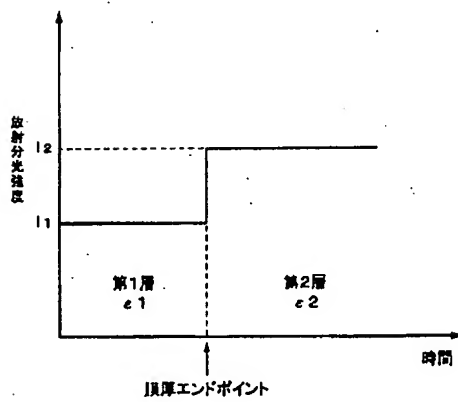
【図1】



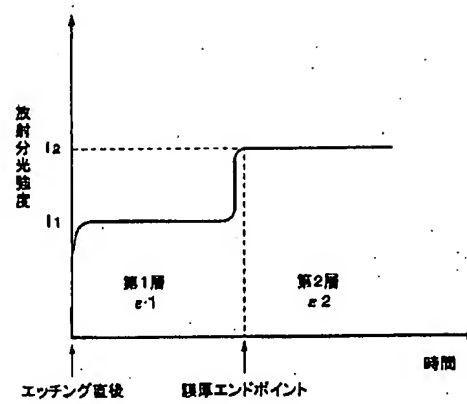
【図3】



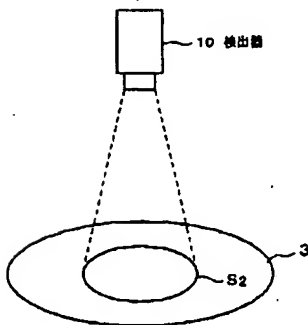
【図2】



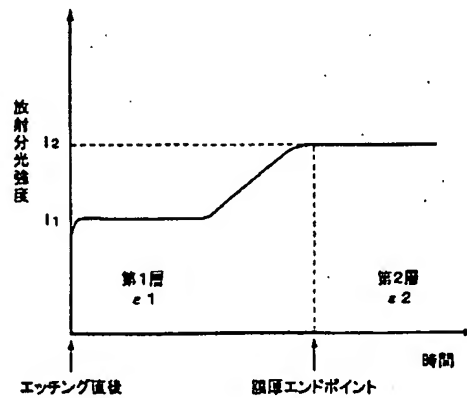
【図4】



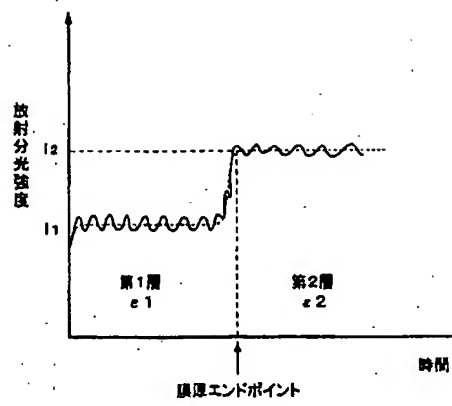
【図5】



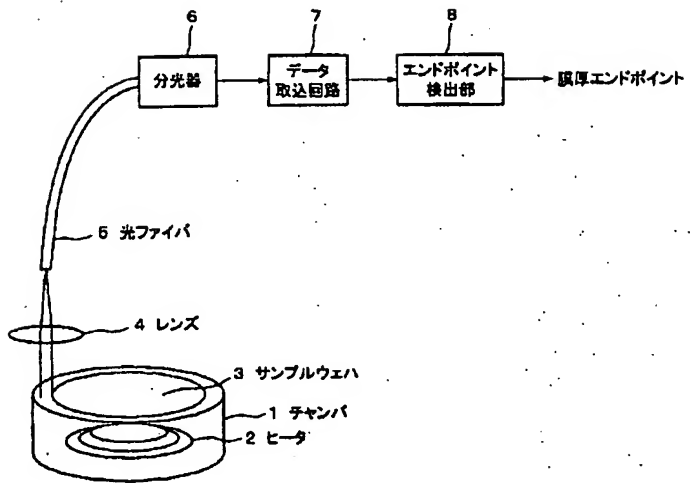
【図6】



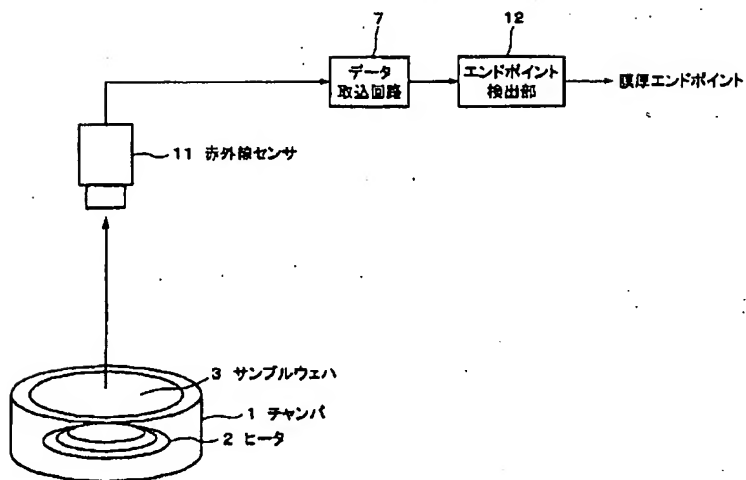
【図7】



【図8】



【図9】



【図10】

